

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-296057

(43) 公開日 平成7年(1995)11月10日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 6 F 17/60

G 0 6 F 15/ 21

Q

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平6-89401

(22) 出願日

平成6年(1994)4月27日

(71) 出願人

000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者

牧 秀行

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内

(72) 発明者

吉原 郁夫

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内

(74) 代理人

弁理士 小川 勝男

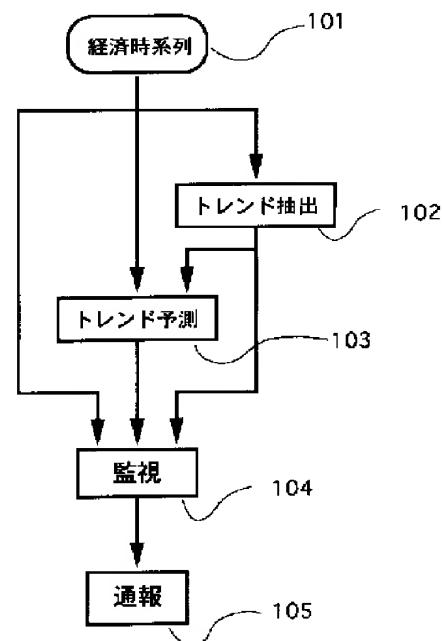
(54) 【発明の名称】 金融取引市場監視方法

(57) 【要約】

【目的】 金融取引市場の局面を監視し、予測が困難であることが予想される場合には、その旨を使用者に通報し、注意を促す機能を提供する。

【構成】 トレンド抽出102は経済時系列データ101からそのトレンド成分の時系列を取り出す。トレンド予測103では、未来のトレンドを予測する。監視104ではトレンド予測103の結果と元の経済時系列データ実現値との乖離を計算し、この乖離が時間の経過にともなってどう変化するかを監視し続ける。監視手段が乖離の激しい変化を検出すると、通報手段が、使用者にそれを通報105する。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】経済時系列データを入力とし、入力された時系列からトレンド成分を抽出し、トレンドの未来の値を予測し、この予測値と前記入力時系列の実現値との乖離の時間変化を監視することにより変動の大きさの変化を検出し、これを使用者に通報することを特徴とする金融取引市場監視方法。

【請求項2】請求項1において、トレンドの予測値とトレンドの実現値との乖離の時間変化を監視することにより変動の大きさの変化を検出する金融取引市場監視方法。

【請求項3】請求項1において、トレンドの予測値の単位時間あたりの変化量を監視することにより変動の大きさの変化を検出する金融取引市場監視方法。

【請求項4】請求項1において、入力時系列の移動平均を求め、これを元の時系列のトレンド成分とする金融取引市場監視方法。

【請求項5】請求項1において、周波数フィルタを用いて入力時系列から低周波成分を取りだし、これを元の時系列のトレンド成分とする金融取引市場監視方法。

【請求項6】請求項1において、トレンドの予測値と元の入力時系列の実現値との乖離の時間変化量、またはトレンドの予測値とトレンドの実現値との乖離の時間変化量、またはトレンドの予測値の単位時間あたりの変化量を入力、時系列の変動の大きさを出力とするニューラルネットワークを持ち、前記ニューラルネットワークの出力に応じて時系列の変動の大きさの変化を使用者に通報する金融取引市場監視方法。

【請求項7】請求項1において、常に経済情報を自動的に受信し、経済時系列の監視を続け、時系列の変動の大きさの変化を検出した時にその変化の大きさに応じた種々の方法で使用者に通報を行う金融取引市場監視方法。

【請求項8】入力された時系列の実現値と、その時系列のトレンド成分の予測値との乖離の時間変化を調べ、予測誤差が増加している場合にその旨を使用者に知らせることを特徴とする時系列予測方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は金融取引における意思決定支援システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】特開平5-135060号公報「取引市場の価格形成シミュレーション方法」では投資家の売買行動、および価格形成の仕組みをモデル化し、商品の初期価格、投資家人数等をパラメータとして価格形成をシミュレートする手法が示されている。このシミュレーション手法は現物投資家、先物投資家、裁定投資家の3種の投資家を持ち、各投資家は現物および先物の現在の価格をもとに、売買行動モデルにしたがって注文を決定する。この注文を受け、価格形成モデルにしたがって現物および先

物の価格が決定される。以上の、注文と価格決定の処理を繰り返す。

【0003】このシミュレーション方法によれば、

(1) 極力現実の市場に近いモデルでシミュレーションを行うので、価格形成のメカニズムの解析が可能となる、(2) 新しい取引市場の創設時に、市場の制度が目的のとおり機能するかをあらかじめ確認できる、

(3) 投資手法、投資戦略のトレーニングシステムとして利用できる、という効果があるとしている。

【0004】特願平3-187254号明細書「フラクタル次元を応用した情報処理装置」にフラクタル次元を用いた時系列予測の適中率の予測、異常警報信号の発生などの技術が示されている。ここでは時系列の変動の複雑さをフラクタル次元という尺度で測り、フラクタル次元の値が大きいほど予測的中率が低いという関係から、予測的中率を事前に知ることができるとしている。また、時間の経過にともなってフラクタル次元の値が変化することから時系列の変動の局面の変化を知ることができるとしている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】金融取引に関する意思決定支援システムの機能の一つに価格予測機能がある。例えば、株価の予測などである。予測には誤差が避けられないが、予測の困難さは取引市場の局面によって大きく変わり、予測誤差の大きさは常に一定ではない。したがって、現在の局面を診断し、予測の困難さを知ることが重要となる。

【0006】本発明の目的は、市場の局面を監視し、予測が困難であることが予想される場合には、その旨を使用者に通報し、注意を促す方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明による金融取引市場監視装置は経済時系列データを入力とする。この装置は大局的な変動であるトレンド成分を入力された時系列から抽出する手段と、トレンド成分の未来の値を予測する手段と、この予測結果の時間変化を監視する手段と、この変化の仕方があらかじめ設定された条件を満たした時にそれを使用者に通報する手段を持つ。また、予測結果の時間変化量を入力、変動の大きさの変化の程度を出力とするニューラルネットワークを持つこともできる。

【0008】

【作用】本発明では、経済時系列データをトレンド成分と不規則変動成分からなっていると見なす。ここで言うトレンド成分とは、元の時系列の移動平均、または低周波成分である。トレンド抽出手段は入力された経済時系列データからそのトレンド成分の時系列を取り出す。トレンド予測手段では、抽出されたトレンドの時系列を用いてトレンド成分の未来の値を予測する。監視手段では、トレンド成分の予測値と、元の時系列の実現値との乖離の時間変化、トレンド成分の予測値とトレンド成分

の実現値との乖離の時間変化、トレンド成分の予測値の単位時間当たりの変化量の時間変化などを取引市場の状態を示す指標として監視する。これらの指標が大きく変化しない場合は市場が安定しており、経済時系列データの予測結果は比較的高い精度が期待できる。しかし、これらの指標が激しく変化する場合は、市場が不安定、すなわち、不規則変動が大きいと考えられ、予測結果の信頼性は低くなる。監視手段が指標の激しい変化を検出すると、通報手段が、使用者にそれを通報する。

【0009】また、監視手段は前述の取引市場の状態を示す指標を入力、時系列の変動の大きさの変化の程度を出力とするニューラルネットワークを持ち、ニューラルネットワークの出力に応じた信号を通報手段に送る。

【0010】また、本発明による金融取引市場監視装置は常に最新の経済情報を受信し、時系列の監視を続ける。そして、予測結果の変化の仕方が異常条件を満たすと、ただちに、条件に応じた方法で使用者に通報する。

【0011】また、本発明による金融取引市場監視方式はトレンド成分の予測誤差を監視し、誤差が増加している場合は、予測値の信頼度が低いとし、使用者に注意を促す機能を備えたトレンド予測方式として機能する。

【0012】

【実施例】本発明の一実施例を説明する。本実施例は記憶装置、数値演算装置、入出力装置を備えた汎用計算 \*

(経済時系列) = (トレンド成分の時系列) + (不規則変動成分の時系列)

… (数1)

トレンド抽出手段102では、入力された時系列からトレンド成分を抽出する。

【0016】トレンド成分を抽出する一つの方法は、元の時系列の移動平均を求め、それをトレンド成分と見なす30

$$T(t) = \left\{ \sum_{i=t-2w}^t y(i) \right\} / (2w+1) \quad \dots (数2)$$

【0018】

★ ★ [数3]

$$TT(t) = \left\{ \sum_{i=t-w}^{t+w} y(i) \right\} / (2w+1) \quad \dots (数3)$$

【0019】 $T(t)$ 、 $TT(t)$ はそれぞれ、時刻  $t$  における移動平均の値、 $y(t)$ は元の経済時系列の時刻  $t$  における実現値、 $w$ は移動平均をとる際の時間幅で、 $w > 0$ である。なお、 $t$ は離散値である。数3では、 $TT(t)$ を求めるのに元の時系列の時刻  $t$  以後の実現値も使っているため、実際には、時刻  $t$  の時点では  $TT(t)$  を得ることはできない。これに対し、数2では、時刻  $t$  の時点で  $T(t)$  を求めることができるが、元の時系列  $\{y\}$  に対し、時間おくれが生じる。図2は元の時系列  $\{y\}$  と数3の移動平均  $\{TT\}$  の例である。実線で示してあるのが  $\{y\}$ 、破線で示してあるのが  $\{TT\}$  である。このように、 $y(t)$  が得られた時点では、 $\{TT\}$  は  $TT(t-w)$  までしか得られない。

【0020】トレンド成分を抽出するもう一つの方法は、周波数フィルタを用いて元の時系列から低周波成分

\*機、ワークステーションにて実施できる。記憶装置は取外し可能な外部記憶装置を含む。入出力装置はディスプレイ装置、キーボード、通信装置を含む。図1に処理の流れを示す。

【0013】入力値は株価などの経済時系列101である。以下の説明では簡単のため、本装置は、他の経済要因は入力せず、一つの時系列のみを入力するものとする。例えば、A社の株価の変化を監視する際には、A社の株価の過去の履歴のみを入力する。ただし、これを複数の時系列を入力するように拡張するのは容易である。以下の説明中、各時刻における時系列の値を表すスカラー量を、種々の経済要因時系列の同時刻における値を成分とするベクトル量に置き換え、必要に応じて係数をベクトルや行列に置き換えればよい。これは例えば、A社の株価の変化を監視する際に、A社の株価の過去の履歴だけではなく、同業種など関係の深い他社の株価や金利などの経済要因の過去の履歴を用いる場合である。

【0014】一般に、経済時系列データは時間の経過にともなって比較的緩やかに大きく変動するトレンド成分と、不規則変動成分からなっていると見なすことができる。

【0015】

【数1】

※す方法である。ここで、2種類の移動平均を用いる。数2、数3はそれらを求める式である。

【0017】

【数2】

をとりだし、これをトレンド成分と見なす方法である。周波数フィルタを用いて低周波成分を抽出する処理を図3に示す。まず、切り出し処理301で元の時系列から適当な長さの時系列を切り出す。図3の第1段のグラフ311が切り出された時系列である。次に、この時系列にフーリエ変換302を施し、スペクトラムを得る。図3の第2段のグラフ312が得られたスペクトラムで、横軸は周波数である。次に、高周波成分カット303を行う。高周波成分と低周波成分の境の周波数を切断周波数と呼ぶことにする。そして、切断周波数より周波数の高い成分の絶対値を0にすることで高周波成分を除去する。図3の第3段のグラフ313が高周波成分を除去されたスペクトラムであり、三角形で示してある点が切断周波数である。残った低周波成分に逆フーリエ変換304を施すことにより時系列の低周波成分を得る。図3の

第4段のグラフ314が得られた低周波成分である。

【0021】図4は元の時系列と周波数フィルタによって抽出された低周波成分の例である。実線で示してあるのが元の時系列、破線で示してあるのがその低周波成分である。本実施例では以上のように移動平均、または周波数フィルタを用いてトレンド成分を抽出する。しかし、任意の時系列に関するトレンド成分の一般的な定義はなく、何をもって元の時系列のトレンド成分と見なすかは使用者の判断に任される。

【0022】トレンド予測手段103では、時刻( $t-1$ )で得られている時系列{ $y$ }の実現値 $y(t-1)$ 、\*

$$T_0^*(t) = f[x(t-1), x(t-2), x(t-3), \dots] \quad \dots \text{ (数4)}$$

$f[\ ]$ は予測関数である。 $x(t-1)$ ,  $x(t-2)$ ,  $x(t-3)$ ,  $\dots$ は時刻( $t-1$ )までの時系列{ $x$ }の実現値である。{ $x$ }は元の経済時系列{ $y$ }の実現値から得られる時系列である。

【0024】トレンド予測手段は図5に示すように、モデル決定部501、推定部502、予測部503の三つの処理からなる。モデル決定部501では、数4の予測関数 $f[\ ]$ にどのような関数を用いるか、{ $T_0$ }, { $x$ }をどのような時系列とするかを決定する。これらは、使用者があらかじめ指定しておくことによって決定※

$$T^*(t) = f[T(t-1), T(t-2), T(t-3), \dots] \quad \dots \text{ (数5)}$$

数5の予測モデルの具体例として、 $f[\ ]$ を簡単な線形関数として、数6のような予測モデルを作る。★

$$T^*(t) = a(0) + a(1) \cdot T(t-1) + \dots + a(p) \cdot T(t-p) \quad \dots \text{ (数6)}$$

これは、通常のAR(自己回帰)モデルであり、 $p$ はARモデルの次数、 $a(0)$ ,  $a(1)$ ,  $\dots$ ,  $a(p)$ はARモデルの係数である。ARモデルのかわりにARIMA(自己回帰和分移動平均)モデルなどを用いることもできる。30

【0028】また、図6に示すような3層以上の多層型ニューラルネットワークを用いることによって、非線形な予測関数を実現することができる。この場合、 $T(t-1)$ ,  $\dots$ ,  $T(t-p)$ を入力、 $T^*(t)$ を出力とする多層型ニューラルネットワークとなる。ただし、 $p$ ★

$$TT^*(t) = f[TT(t-w-1), TT(t-w-2), TT(t-w-3), \dots] \quad \dots \text{ (数7)}$$

この場合、図7に示すように、直近の値 $TT(t-1)$ ,  $\dots$ ,  $TT(t-w)$ は $TT^*(t)$ の計算に使えないことになる。図7の中で、実線で示してあるのが元の時系列{ $y$ }の実現値、破線で示してあるのが移動平均{ $T$  ◆

$$TT^*(t) = b(0) + b(1) \cdot TT(t-w-1) + \dots + b(q) \cdot TT(t-w-q) \quad \dots \text{ (数8)}$$

ここで、 $w$ は数3における移動平均の時間の幅、 $b(0)$ ,  $b(1)$ ,  $\dots$ ,  $b(q)$ は予測関数の係数である。また、予測関数に多層型ニューラルネットワークを用いることもできる。この場合は、 $TT(t-w-1)$ ,  $\dots$ ,  $TT(t-w-q)$ を入力、 $TT^*(t)$ を出力とする多層型ニューラルネットワークとなる。ただし、 $q$  ◆

\* $y(t-2)$ ,  $y(t-3)$ ,  $\dots$ をもとに、トレンド成分の時系列{ $T_0$ }の時刻 $t$ 以後の値 $T_0(t)$ ,  $T_0(t+1)$ ,  $\dots$ を予測する。なお、 $T_0(t)$ ,  $T_0(t+1)$ ,  $\dots$ の予測値を $T_0^*(t)$ ,  $T_0^*(t+1)$ ,  $\dots$ と表すことにする。簡単な例として、ここでは時刻 $t-1$ で得られている時系列{ $y$ }の実現値をもとに、1時刻先の $T_0(t)$ を予測することにする。予測手法としては、数4に示すような回帰モデルを用いる。

【0023】

【数4】

※される。{ $x$ }には元の経済時系列{ $y$ }から得られる様々な時系列を用いることができる。また、予測関数 $f[\ ]$ も、線形、非線形の様々な関数を用いることができる。

【0025】例えば、予測すべきトレンドの時系列{ $T_0$ }を数2で得られる移動平均の時系列{ $T$ }とし、時系列{ $x$ }を同じくトレンドの時系列{ $T$ }とすると、予測モデルは数5のようになる。

【0026】

【数5】

★【0027】

【数6】

☆ $p$ はニューラルネットワークの入力ノード数603の数である。

【0029】数3で得られる移動平均の時系列{ $TT$ }を予測すべきトレンドの時系列と見なし、時系列{ $x$ }をやはり、同じ時系列{ $TT$ }とすると、数3に示すように、時刻 $t-1$ では時刻 $t-w$ 以後の時系列{ $TT$ }の実現値は得られないので、予測モデルは数7のようになる。

【0030】

【数7】

◆ $T$ の実現値である。また、数6に対応する予測モデルは数8のようになる。

【0031】

【数8】

ニューラルネットワークの入力ノード数である。

【0032】数4の予測関数における時系列{ $x$ }に、トレンドの時系列ではなく、元の経済時系列{ $y$ }をそのまま用いる方法もある。この場合、予測モデルは数9、数10のようになる。

【0033】

【数9】

$$T^*(t) = f[y(t-1), y(t-2), y(t-3), \dots] \quad \dots \text{ (数9)}$$

【0034】

\* \* 【数10】

$$TT^*(t) = f[y(t-1), y(t-2), y(t-3), \dots] \quad \dots \text{ (数10)}$$

数5, 数7の予測モデルはいずれも、時系列{T}, {TT}の過去の実現値を用いて同じ時系列の未来の予測値を得る。これに対して、数9, 数10の予測モデルは時系列{y}の過去の実現値を用いて別の時系列{T}, {TT}の未来の予測値を得るという違いがある。数9は元の経済時系列{y}から{T}を、数10※10

※は{y}から{TT}を予測するモデルになっている。

また、数6, 数8と同様に予測関数に線形関数を用いた場合、数9, 数10はそれぞれ数11, 数12のようになる。

【0035】

【数11】

$$T^*(t) = c(0) + c(1) \cdot y(t-1) + \dots + c(r) \cdot y(t-r)$$

… (数11)

c(0), c(1), …, c(r)は予測関数の係数である。

★ 【0036】

★ 【数12】

$$TT^*(t) = d(0) + d(1) \cdot y(t-1) + \dots + d(s) \cdot y(t-s)$$

… (数12)

d(0), d(1), …, d(s)は予測関数の係数である。予測関数として線形関数ではなく、多層型ニューラルネットワークによる非線形関数を用いることもできる。

☆前の、長さLの実現値時系列、すなわち、時刻(t-L)から時刻(t-1)までの実現値時系列をパラメータ推定に用いるものとする。この長さLは使用者があらかじめ設定しておく。具体的な推定法は予測モデルによって異なり、また、予測モデルによっては、いくつかの推定法が存在する。数6, 数8, 数11, 数12のような線形関数の場合、最小二乗法が代表的である。最小二乗法では、予測誤差の二乗和を最小にするパラメータを求める。数8に示した{TT}からTT\*(t)を予測するモデルを例にとると、予測誤差は数13で表される。

【0038】

【数13】

【0037】推定部502ではモデル決定部501で決定された予測関数の持つパラメータの推定を行う。ここで言うパラメータとは、数6, 数8, 数11, 数12の線形関数の場合は右辺各項の係数であり、図6の多層型ニューラルネットワークの場合は計算ユニット間の結合係数である。トレンド成分の時刻tの値を予測する場合には、時刻(t-1)までに得られている元の経済時系列{y}の実現値を用いてパラメータの推定量を計算する。元の経済時系列{y}の実現値のうち、時刻tの直☆

$$\begin{aligned} \text{err}(i) &= TT(i) - TT^*(i) \\ &= TT(i) - \{b(0) + b(1) \cdot TT(i-w-1) + \dots + b(q) \cdot TT(i-w-q)\} \end{aligned} \quad \dots \text{ (数13)}$$

ここで、err(i)は時刻iの予測誤差である。予測誤差の二乗和はERRORは数14で表される。

◆ 【0039】

◆ 【数14】

$$\text{ERROR} = \sum_{i=t_0+w+q}^{t-w-1} \text{err}(i) \quad \dots \text{ (数14)}$$

【0040】ただし、t<sub>0</sub>=t-Lとする。

【0041】t, w, q, t<sub>0</sub>の時間関係を図8に示す。図8の中で、実線で示してあるのが元の時系列{y}の実現値、破線で示してあるのが移動平均{TT}の実現値である。そして、数14のERRORを最小にするb(0), b(1), …, b(q)を求める。

40

【0042】また、多層型ニューラルネットワークの推定法としては誤差逆伝播法がよく知られている。誤差逆伝播法を用いる場合は、やはり数14のERRORを目的関数として、最急降下法によりニューラルネットワークの結合係数604を計算する。

【0043】このようにして得られた推定量を各パラメータに当てはめることによって、予測関数が得られる。

50

【0044】予測部503では推定部で得られた予測関数に時系列の実現値を当てはめ、トレンド成分の予測値T0\*(t)を計算する。

【0045】トレンド予測手段内では以上のモデル決定、推定、予測の三つの処理が以下の手順にしたがって行われる。

【0046】〔トレンド予測手段の処理〕

ステップ1：モデル決定

ステップ2：パラメータ推定に用いる時系列の長さLを設定する

ステップ3：予測開始時刻tを設定する

ステップ4：時刻t-Lからt-1まで実現値の時系列を用いてパラメータ推定を行う

ステップ5: 予測値 $T0*(t)$ を計算する

ステップ6:  $t \leftarrow t+1$ として、ステップ4へ戻る

このように、推定(ステップ4)と予測(ステップ5)の処理を時刻 $t$ ,  $t+1$ ,  $t+2$ , ...と続けることにより、予測値の時系列 $\{T0*(t), T0*(t+1), T0*(t+2), \dots\}$ を得る。

【0047】監視手段では、元の経済時系列 $\{y\}$ 、トレンド成分の実現値の時系列 $\{T0\}$ 、トレンド成分の予測値の時系列 $\{T0*\}$ を入力として時系列の変動の大きさの変化を検出する。取引市場の状態を示す指標には、次のものを用いる。

【0048】(1)トレンドの実現値の変化量 \*

$$\Delta T0(t) = T0(t) - T0(t-1) \quad \dots (\text{数}15)$$

ここで、 $T0(t)$ 、 $T0(t-1)$ はそれぞれ、時刻 $t$ 、 $(t-1)$ におけるトレンド成分の実現値である。そして、 $\Delta T0(t)$ があらかじめ設定された異常条件を満たした時に、監視手段は通報手段に信号を送る。

【0050】(2)はトレンド成分の予測値の変化量 $\Delta$ \*

$$\Delta T0*(t) = T0*(t) - T0*(t-1) \quad \dots (\text{数}16)$$

ここで、 $T0*(t)$ 、 $T0*(t-1)$ はそれぞれ、時刻 $t$ 、 $t-1$ におけるトレンド成分の予測値である。そして、 $\Delta T0*(t)$ があらかじめ設定された異常条件を満たした時に、監視手段は通報手段に信号を送る。

【0052】(3)はトレンド成分の実現値と予測値の★

$$\begin{aligned} \Delta E0(t) &= E0(t) - E0(t-1) \\ &= \{T0*(t) - T0(t)\} - \{T0*(t-1) - T0(t-1)\} \\ &\quad \dots (\text{数}17) \end{aligned}$$

ここで、 $T0(t)$ 、 $T0(t-1)$ はそれぞれ、時刻 $t$ 、 $(t-1)$ におけるトレンド成分の実現値、 $T0*(t)$ 、 $T0*(t-1)$ はそれぞれ、時刻 $t$ 、 $(t-1)$ におけるトレンド成分の予測値である。そして、 $\Delta E0(t)$ があらかじめ設定された異常条件を満たした時に、監視手段は通報手段に信号を送る。

$$\begin{aligned} \Delta D0(t) &= D0(t) - D0(t-1) \\ &= \{T0(t) - y(t)\} - \{T0(t-1) - y(t-1)\} \\ &\quad \dots (\text{数}18) \end{aligned}$$

ここで、 $T0(t)$ 、 $T0(t-1)$ はそれぞれ、時刻 $t$ 、 $(t-1)$ におけるトレンド成分の実現値、 $y(t)$ 、 $y(t-1)$ はそれぞれ、時刻 $t$ 、 $(t-1)$ における元の経済時系列の実現値である。そして、 $\Delta D0(t)$ があらかじめ設定された異常条件を満たした時に、監視手段は通報手段に信号を送る。

$$\begin{aligned} \Delta D0*(t) &= D0*(t) - D0*(t-1) \\ &= \{T0*(t) - y(t)\} - \{T0*(t-1) - y(t-1)\} \\ &\quad \dots (\text{数}19) \end{aligned}$$

ここで、 $T0*(t)$ 、 $T0*(t-1)$ はそれぞれ、時刻 $t$ 、 $(t-1)$ におけるトレンド成分の予測値、 $y(t)$ 、 $y(t-1)$ はそれぞれ、時刻 $t$ 、 $(t-1)$ における元の経済時系列の実現値である。そして、 $\Delta D0*(t)$ があらかじめ設定された異常条件を満たした時に、監視手段

\* (2)トレンドの予測値の変化量

(3)トレンドの実現値と予測値の差の変化量

(4)トレンドの実現値と元の時系列の実現値の差の変化量

(5)トレンドの予測値と元の時系列の実現値の差の変化量

(1)はトレンド成分の実現値の変化量 $\Delta T0(t)$ の異常を時系列の変動の異常と見なすものである。 $\Delta T0(t)$ は数15で表される。

【0049】

【数15】

※ $T0*(t)$ の異常を時系列の変動の異常と見なすものである。 $\Delta T0*(t)$ は数16で表される。

【0051】

【数16】

★差の変化量 $\Delta E0(t)$ の異常を時系列の変動の異常と見なすものである。 $\Delta E0(t)$ は数17で表される。

【0053】

【数17】

☆【0054】(4)はトレンド成分の実現値と元の経済時系列の差の変化量 $\Delta D0(t)$ の異常を時系列の変動の異常と見なすものである。 $\Delta D0(t)$ は数18で表される。

【0055】

【数18】

◆【0056】(5)はトレンド成分の予測値と元の経済時系列の差の変化量 $\Delta D0*(t)$ の異常を時系列の変動の異常と見なすものである。 $\Delta D0*(t)$ は数19で表される。

【0057】

【数19】

は通報手段に信号を送る。

【0058】前述の(1)から(5)の変化量を一般に $\Delta(t)$ と表すことにする。変化量 $\Delta(t)$ の1時点だけにおける値ではなく、数20で表される、ある期間中の変化量 $\Delta(t)$ の重みつき平均 $W[\Delta](t)$ を時系列の変動

の大きさを示す指標とし、 $W[\Delta](t)$ があらかじめ設定された異常条件を満たした時に、通報手段に信号を送るというようにしてもよい。

\* 【0059】  
【数20】

\*

$$w[\Delta](t) = \sum_{i=0}^{u-1} w(i) \cdot \Delta(t-i) \quad \dots (\text{数20})$$

【0060】ここで、 $w(i)$ はあらかじめ設定された重み、 $u$ は平均をとる時間の長さである。重みは、過去にさかのぼるほど、すなわち、 $i$ が大きくなるほど $w(i)$ が小さくなるようにする。あるいは、簡単にすべての $i$ について $w(i) = 1/u$ とする。

※ 【0061】さらに、変化量 $\Delta(t)$ の変化量、すなわち、

【0062】  
【数21】

$$\Delta\Delta(t) = \Delta(t) - \Delta(t-1)$$

… (数21)

を指標とし、 $\Delta\Delta(t)$ があらかじめ設定された異常条件を満たした時に、監視手段は通報手段に信号を送るという方式をとってもよい。

った場合にだけ通報を行うようにする。

【0066】

【発明の効果】本発明によれば使用者は取引市場の局面の変化を知ることができ、意思決定に役立てることができる。また、時系列予測に関しては、高い予測精度が期待できない局面に入った場合に使用者はそれを知ることができるので、精度の低い予測結果を用いて不適正な判断を下すという事態を避けることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例において行われる処理のフローチャート。

【図2】経済時系列とその移動平均のグラフ。

【図3】周波数フィルタの処理のフローチャート。

【図4】経済時系列とその低周波成分のグラフ。

【図5】トレンド予測手段の内部で行われる処理のフローチャート。

【図6】予測関数を実現する多層型ニューラルネットワークの説明図。

【図7】移動平均の時系列の予測に用いるデータ間の時間関係を表す説明図。

【図8】予測関数のパラメータ推定に用いるデータ間の時間関係を表す説明図。

【図9】監視手段に用いられる多層型ニューラルネットワークの説明図。

【符号の説明】

101…経済時系列、102…トレンド抽出手段、103…トレンド予測手段、104…監視手段、105…通報手段。

【0063】異常条件、すなわち、監視手段から通報手段へ信号を送る条件はいくつかある。もっとも簡単な条件は、監視している指標があらかじめ設定された閾値を上回る、あるいは、下回るというものである。また、指標がある一定期間閾値を上回り続ける、あるいは、下回り続けるという条件もある。条件は一つだけでなく、

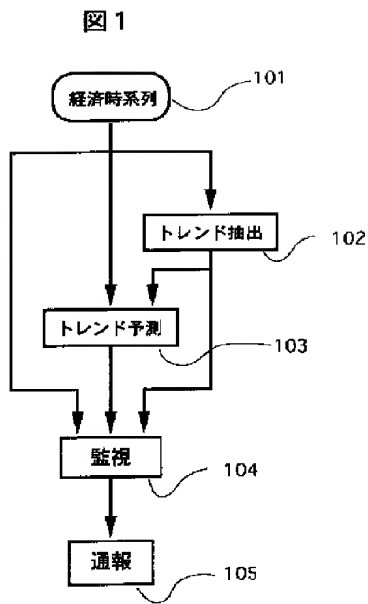
20

(1)から(5)の指標に関する条件を組み合わせ、それらの論理積、論理和を条件とすることもできる。監視手段から通報手段へ送る信号を数種類用意しておいて、取引市場の変化の様子に応じて信号の種類を選択することもできる。例えば、各指標の値の大きさに応じた重要度を監視手段から通報手段へ送る。

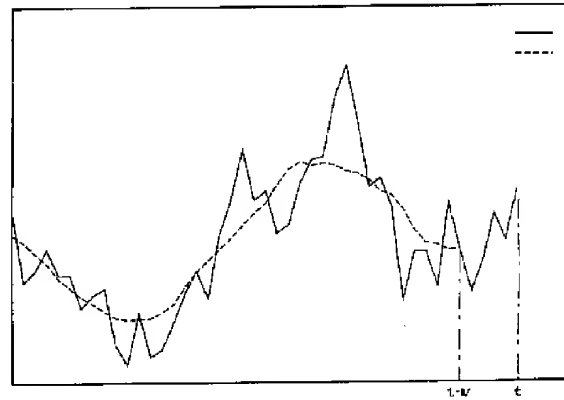
【0064】また、取引市場の状態を表す指標を入力、取引市場の局面の変化の程度を出力とする多層型ニューラルネットワークを用いてもよい。これを図9に示す。図9中のVはニューラルネットワークの出力値で、取引市場の局面の変化が大きい場合には1に近く、そうでない時は0に近い値となるように過去の事例を用いてニューラルネットワークの学習を行なう。

30

【図1】

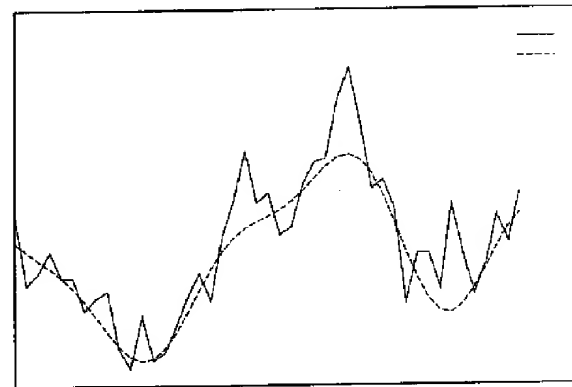


【図2】



【図4】

図4

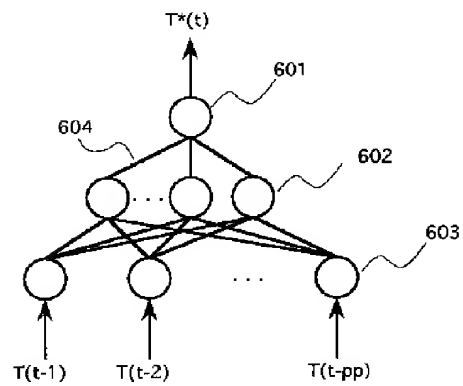
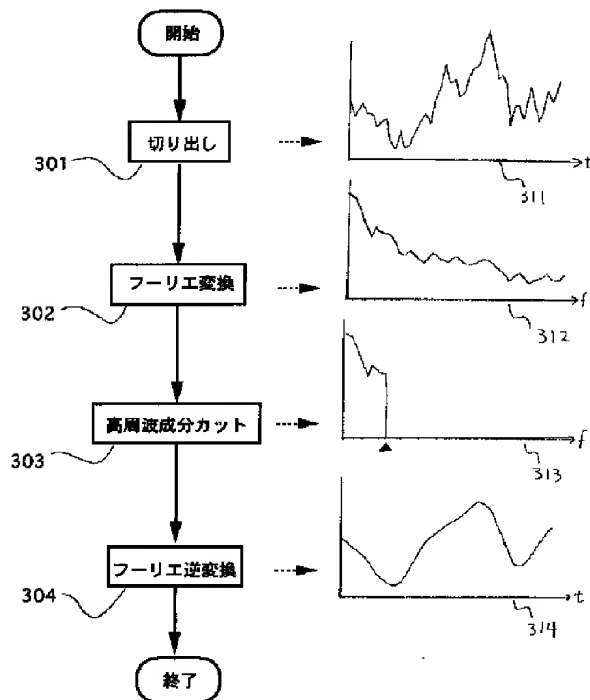


【図6】

図6

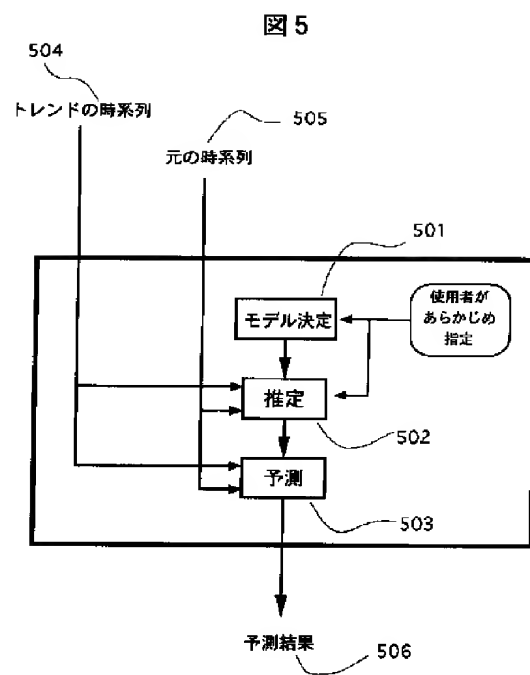
【図3】

図3



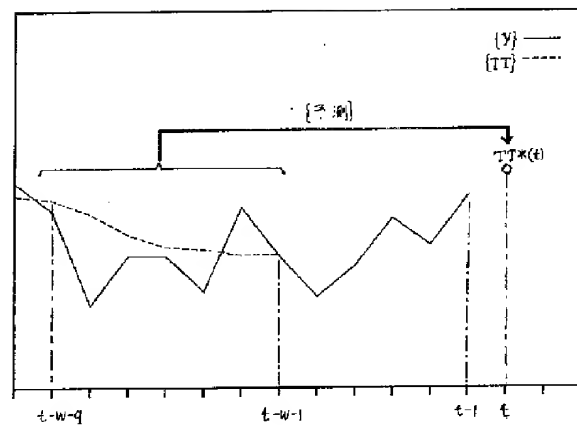


【図5】



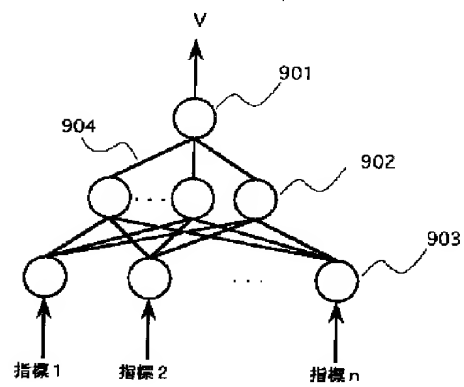
【図7】

図7



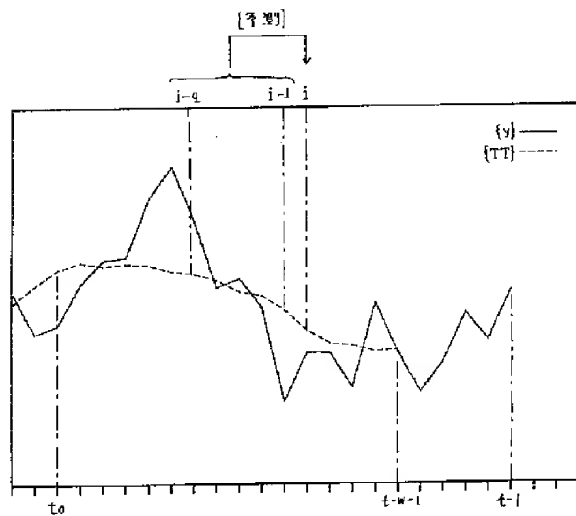
【図9】

図9



【図8】

図8



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-296057

(43)Date of publication of application : 10.11.1995

(51)Int.Cl.

G06F 17/60

(21)Application number : 06-089401

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 27.04.1994

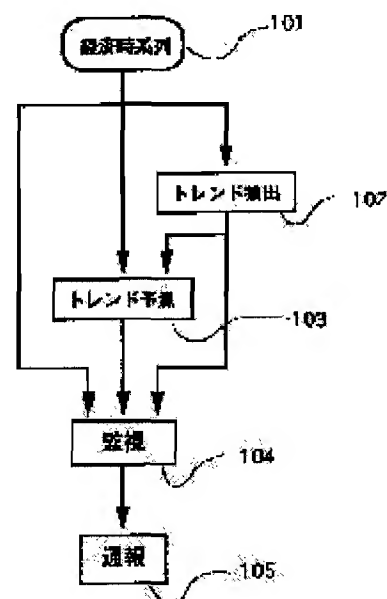
(72)Inventor : MAKI HIDEYUKI  
YOSHIHARA IKUO

## (54) METHOD FOR MONITORING FINANCIAL MARKET

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a function prompting attention by notifying a user of the difficulty of prediction when it is expected, by monitoring a financial market.

**CONSTITUTION:** A trend extraction 102 takes out from economic time series data 101 its time series of the trend component. Trend prediction 103 predicts a future trend. A monitor 104 calculates the alienation between the result of trend prediction 103 and the economic time series data realizing value of original so as to continue monitoring how this alienation changes along with the passage of time. When the monitoring means detects the drastic change of alienation, a notifying means notifies 105 the user of it.



\* NOTICES \*

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]Consider economic time series data as an input, and a trend component is extracted from an inputted time series, A financial transaction market-monitoring method predicting a value of the future of a trend, detecting change of a size of change by supervising a temporal change of deviation with this predicted value and an occurrence of said input time series, and notifying this to a user.

[Claim 2]A financial transaction market-monitoring method of detecting change of a size of change in claim 1 by supervising a temporal change of deviation with a predicted value of a trend, and an occurrence of a trend.

[Claim 3]A financial transaction market-monitoring method of detecting change of a size of change by supervising variation per unit time of a predicted value of a trend in claim 1.

[Claim 4]A financial transaction market-monitoring method which asks for a moving average of an input time series, and makes this a trend component of the original time series in claim 1.

[Claim 5]A financial transaction market-monitoring method which takes out a low-frequency component from an input time series using a frequency filter, and makes this a trend component of the original time series in claim 1.

[Claim 6]In claim 1, a time variation of deviation with a predicted value of a trend, and an occurrence of the original input time series, Or a time variation of deviation with a predicted value of a trend, and an occurrence of a trend, Or a financial transaction market-monitoring method of having a neural network who considers a size of an input and change of a time series by variation per unit time of a predicted value of a trend as an output, and notifying change of a size of change of a time series to a user according to said neural network's output.

[Claim 7]A financial transaction market-monitoring method of notifying a user by various methods according to a size of the change when business information is always received automatically, surveillance of an economic time series is continued in claim 1 and change of a size of change of a time series is detected.

[Claim 8]A time-series-forecasting method telling a user about that when a temporal change of deviation with an inputted occurrence of a time series and a predicted value of a trend component of the time series is investigated and a prediction error is increasing.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]This invention relates to the decision support system in a financial transaction.

[0002]

[Description of the Prior Art]By JP,5-135060,A "price formation simulation method of a trading market", an investor's dealing action and the structure of price formation are modeled, and the technique of simulating price formation by making the initial prices of goods, the investor number, etc. into a parameter is shown. This simulation procedure has three sorts of investors, an actual thing investor, a futures investor, and an arbitration investor, and each investor opts for an order based on the present prices of the actual thing and futures according to a dealing behavior model. According to a price formation model, the prices of the actual thing and futures are determined in response to this order. The above order and processing of pricing are repeated.

[0003]according to this simulation method -- (1), since the model near an actual commercial scene performs a simulation as much as possible, (2) which the mechanism of price formation becomes analyzable -- suppose that there is an effect which can be checked beforehand that it can use as the (3) investment techniques and a training system of an investment strategy whether the system of a commercial scene functions as the purpose at the time of foundation of a new trading market.

[0004]Japanese-Patent-Application-No. 3-187254 Art, such as prediction of the predictive value of the time series forecasting which used the fractal dimension, and generating of an abnormality alarm signal, is shown in the item specification "information processor adapting a fractal dimension." Here, the complexity of change of a time series is measured with the measure of a fractal dimension, and suppose that the hitting ratio of prediction can be known a priori from the relation that prediction hitting ratio is low, so that the value of a fractal dimension is large. Since the value of a fractal dimension changes with progress of time, it is supposed that change of the aspect of affairs of change of a time series can be known.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]One of the functions of the decision support system about a financial transaction has a price prediction function. For example, it is prediction of a stock price, etc. Although an error is not avoided by prediction, the difficulty of prediction changes a lot according to the aspect of affairs of a trading market, and the size of a prediction error always is not constant. Therefore, the present aspect of affairs is diagnosed and it becomes important to get to know the difficulty of prediction.

[0006]When the aspect of affairs of a commercial scene is supervised and it is expected that prediction is difficult, the purpose of this invention notifies that to a user, and there is in providing the method of urging cautions.

[0007]

[Means for Solving the Problem]A financial transaction market-monitoring device by this invention considers economic time series data as an input. This device has a means to extract from a time series into which a trend component which is a global change was inputted, a means to predict a value of the future of a trend component, a means to supervise a temporal change of this prediction result, and a means to notify it to a user when the method of this change fulfills conditions set up beforehand. It can also have a neural network who considers a grade of change of a size of an input and change by a time variation of a prediction result as an output.

[0008]

[Function]In this invention, it considers that economic time series data consist of a trend component and an irregular fluctuation ingredient. The trend component said here is a moving average of the original time series, or a

low-frequency component. A trend extraction means takes out the time series of the trend component from the inputted economic time series data. In a trend prediction means, the value of the future of a trend component is predicted using the time series of the extracted trend. In a monitor means, the temporal change of deviation with the predicted value of a trend component and the occurrence of the original time series, the temporal change of deviation with the predicted value of a trend component and the occurrence of a trend component, the temporal change of the variation per unit time of the predicted value of a trend component, etc. are supervised as an index which shows the state of a trading market. When these indices do not change a lot, the commercial scene is stable, and the prediction result of economic time series data can expect comparatively high accuracy. However, when these indices change violently, a commercial scene is considered that instability, i.e., irregular fluctuation, is large, and the reliability of a prediction result becomes low. If a monitor means detects a sharp change of an index, a communication means will notify it to a user.

[0009]A monitor means has a neural network who considers the grade of change of the size of the input and the change of a time series by the index which shows the state of the above-mentioned trading market as an output, and the signal according to the neural network's output is sent to a communication means.

[0010]The financial transaction market-monitoring device by this invention always receives the newest business information, and continues the surveillance of a time series. And shortly after the method of change of a prediction result fulfills abnormality conditions, a user is notified by the method according to conditions.

[0011]The financial transaction market-monitoring method by this invention supervises the prediction error of a trend component, when the error is increasing, presupposes that the reliability of a predicted value is low, and functions as a trend prediction procedure provided with the function to demand cautions from a user.

[0012]

[Example]One example of this invention is described. This example can be carried out by a general-purpose computer and a workstation provided with memory storage, the math-processing device, and the input/output device. Memory storage contains the external storage which can be removed. An input/output device contains a display device, a keyboard, and a communication apparatus. The flow of processing is shown in drawing 1.

[0013]Inputs are the economic time series 101, such as a stock price. In the following explanation, since it is easy, this device shall not input other economics but shall input only one time series. For example, when supervising change of the stock price of A company, only the history of the past of the stock price of A company is inputted. However, it is easy to extend this so that two or more time series may be considered as an input. What is necessary is to transpose to the vector quantity which uses a value [ in / for the scalar quantity showing the value of the time series in each time / the time of various economics time series ] as an ingredient during the following explanation, and just to transpose a coefficient to a vector or a procession if needed. When this supervises change of the stock price of for example, A company, it is a case where the history of the past of economics [ , such as a stock price of the closely related other company and interest rates ], such as not only the history of the past of the stock price of A company but a same trade kind, is used.

[0014]It can be considered that economic time series data generally consist of a trend component sharply changed comparatively gently with progress of time, and an irregular fluctuation ingredient.

[0015]

[Equation 1]

(Economic time series) =(time series of trend component)+ (time series of an irregular fluctuation ingredient)  
— (several 1)

In the trend extraction means 102, a trend component is extracted from the inputted time series.

[0016]One method of extracting a trend component is a method of asking for the moving average of the original time series, and considering that it is a trend component. Here, two kinds of moving averages are used. Several 2 and several 3 are formulas which ask for them.

[0017]

[Equation 2]

$$T(t) = \left\{ \sum_{i=t-2w}^t y(i) \right\} / (2w+1) \quad \dots (\text{数 } 2)$$

[0018]

[Equation 3]

$$TT(t) = \left\{ \sum_{i=t-w}^{t+w} y(i) \right\} / (2w+1) \quad \dots \text{(数 3)}$$

[0019]The value of the moving average in the time  $t$ , an occurrence [ in / in  $y(t)$  / the time  $t$  of the original economic time series ], and  $w$  are the time width at the time of taking a moving average, respectively, and  $T(t)$  and  $TT(t)$  are  $w > 0$ .  $t$  is a discrete value. Since the occurrence after the time  $t$  of the original time series is also used to calculate  $TT(t)$  in several 3, at the time of the time  $t$ ,  $TT(t)$  cannot be obtained actually. On the other hand, in several 2, although it can ask for  $T(t)$  at the time of the time  $t$ , time delay arises to the original time series  $\{y\}$ . Drawing 2 is the original time series  $\{y\}$  and an example of several 3 moving average  $\{TT\}$ .  $\{TT\}$  has shown that the solid line has shown with  $\{y\}$  and a dashed line. Thus, when  $y(t)$  is obtained,  $\{TT\}$  is obtained only to  $TT(t-w)$ .

[0020]Another method of extracting a trend component is a method of taking out a low-frequency component from the original time series using a frequency filter, and considering that this is a trend component. The processing which extracts a low-frequency component using a frequency filter is shown in drawing 3. First, the time series of suitable length is started from the original time series by the logging processing 301. It is the time series by which the graph 311 of the 1st step of drawing 3 was started. Next, the Fourier transform 302 is performed to this time series, and spectrum is obtained. It is the spectrum from which the graph 312 of the 2nd step of drawing 3 was obtained, and a horizontal axis is frequency. Next, the high frequency component cut 303 is performed. The frequency of the boundary of a high frequency component and a low-frequency component will be called cutting frequency. And a high frequency component is removed by setting to 0 the absolute value of the ingredient whose frequency is higher than cutting frequency. The graph 313 of the 3rd step of drawing 3 is the spectrum removed in the high frequency component, and the point shown with the triangle is cutting frequency. The low-frequency component of a time series is obtained by performing inverse Fourier transform 304 to the low-frequency component which remained. It is the low-frequency component from which the graph 314 of the 4th step of drawing 3 was obtained.

[0021]Drawing 4 is an example of the low-frequency component extracted with the original time series and frequency filter. The low-frequency component has shown that the solid line has shown with the original time series and the dashed line. In this example, a trend component is extracted using a moving average or a frequency filter as mentioned above. However, there is no general definition of the trend component about arbitrary time series, and it is left to a user's judgment with what it is regarded as the trend component of the original time series.

[0022]In the trend prediction means 103, the value  $T_0(t)$  after the time  $t$  of the time series  $\{T_0\}$  of a trend component,  $T_0(t+1)$ , and .... are predicted for the occurrence  $y(t-1)$ ,  $y(t-2)$ , and  $y(t-3)$  of the time series  $\{y\}$  acquired at time  $(t-1)$ , and .... on a basis. It is made the thing of  $T_0(t)$ ,  $T_0(t+1)$ , and .... for which a predicted value is expressed as  $T_0^*(t)$ ,  $T_0^*(t+1)$ , and .... As an easy example,  $T_0(t)$  of 1 time future will be predicted based on the occurrence of the time series  $\{y\}$  acquired at the time  $t-1$  here. As a forecasting method, a regression model as shown in several 4 is used.

[0023]

[Equation 4]

$$T_0^*(t) = f[x(t-1), x(t-2), x(t-3), \dots] \quad \text{--- (several 4)}$$

$f[]$  is a prediction function.  $x(t-1)$ ,  $x(t-2)$ ,  $x(t-3)$ , and .... are the occurrences of the time series  $\{x\}$  by time  $(t-1)$ .  $\{x\}$  is a time series acquired from the occurrence of the original economic time series  $\{y\}$ .

[0024]A trend prediction means consists of three processings, the model deciding part 501, the estimating part 502, and the forecasting part 503, as shown in drawing 5. In the model deciding part 501, it is determined what kind of function to use for prediction-function  $f[]$  of several 4, or into what kind of time series  $\{T_0\}$  and  $\{x\}$  are made. These are determined when the user specifies beforehand. Various time series acquired from the original economic time series  $\{y\}$  can be used for  $\{x\}$ . Prediction-function  $f[]$  can also use linearity and nonlinear various functions.

[0025]For example, if the time series  $\{T_0\}$  of a trend which should be predicted is made into the time series  $\{T\}$  of the moving average obtained by several 2 and a time series  $\{x\}$  is similarly made into the time series  $\{T\}$  of a trend, a predictive model will become like several 5.

[0026]

[Equation 5]

$$T^*(t) = f[T(t-1), T(t-2), T(t-3), \dots] \quad \text{--- (several 5)}$$

As an example of several 5 predictive model, a predictive model like several 6 is made by making  $f$  into an easy linear function.

[0027]

[Equation 6]

$T^*(t) = a(0) + a(1) \cdot T(t-1) + \dots + a(p) \cdot T(t-p)$  -- (several 6)

This is the usual AR (autoregression) model.

The degree of AR model,  $a(0)$ ,  $a(1)$ , ...,  $a(p)$  of  $p$  are the coefficients of AR model.

An ARIMA (autoregression sum moving average) model etc. can also be used instead of AR model.

[0028] A nonlinear prediction function is realizable by using the multilayer type neural network of three or more layers as shows drawing 6. In this case, they are  $T(t-1)$ , ...,  $T(t-pp)$  An input and  $T^*(t)$  It becomes a multilayer type neural network who considers it as an output. However,  $pp$  is the number of a neural network's input nodes 603.

[0029] Since the occurrence of the time series  $\{TT\}$  after time  $t-w$  will not be obtained at the time  $t-1$  as shown in several 3 if it is regarded as the time series of the trend which should predict the time series  $\{TT\}$  of the moving average obtained by several 3 and a time series  $\{x\}$  is too made into the same time series  $\{TT\}$ , a predictive model becomes like several 7.

[0030]

[Equation 7]

$TT^*(t) = f[TT(t-w-1), TT(t-w-2), TT(t-w-3), \text{and } \dots]$  -- (several 7)

In this case, as shown in drawing 7, the latest value  $TT(t-1)$ , ...,  $TT(t-w)$  are  $TT^*(t)$ . It can use for calculation.

The occurrence of a moving average  $\{TT\}$  has shown that the solid line has shown in drawing 7 with the occurrence of the original time series  $\{y\}$ , and the dashed line. The predictive model corresponding to several 6 becomes like several 8.

[0031]

[Equation 8]

$TT^*(t) = b(0) + b(1) \cdot TT(t-w-1) + \dots + b(q) \cdot TT(t-w-q)$  -- (several 8)

Here, the width of the time of a moving average [ in / in  $w$  / several 3 ],  $b(0)$ ,  $b(1)$ , ...,  $b(q)$  are the coefficients of a prediction function. A multilayer type neural network can also be used for a prediction function. In this case, they are  $TT(t-w-1)$ , ...,  $TT(t-w-qq)$  An input and  $TT^*(t)$  It becomes a multilayer type neural network who considers it as an output. However,  $qq$  is a neural network's number of input nodes.

[0032] There is also a method of using not the time series of a trend but the original economic time series  $\{y\}$  for the time series  $\{x\}$  in several 4 prediction function as it is. In this case, a predictive model becomes like several 9 and several 10.

[0033]

[Equation 9]

$T^*(t) = f[y(t-1), y(t-2), y(t-3), \dots]$  -- (several 9)

[0034]

[Equation 10]

$TT^*(t) = f[y(t-1), y(t-2), y(t-3), \dots]$  -- (several 10)

Several 5 and several 7 predictive model all obtains the predicted value of the future of the same time series using the occurrence of the past of a time series  $\{T\}$  and  $\{TT\}$ . On the other hand, several 9 and several 10 predictive model has the difference of obtaining the predicted value of the future of another time series  $\{T\}$  and  $\{TT\}$  using the occurrence of the past of a time series  $\{y\}$ . About  $\{T\}$ , several 10 is a model which predicts  $\{y\}$  to  $\{TT\}$  from the economic time series  $\{y\}$  of several 9 origin. When a linear function is used for a prediction function like several 6 and several 8, several 9 and several 10 become like an 11 number and several 12, respectively.

[0035]

[Equation 11]

$T^*(t) = c(0) + c(1) \cdot y(t-1) + \dots + c(r) \cdot y(t-r)$  -- (several 11)

$c(0)$ ,  $c(1)$ , ...,  $c(r)$  are the coefficients of a prediction function.

[0036]

[Equation 12]

$TT^*(t) = d(0) + d(1) \cdot y(t-1) + \dots + d(s) \cdot y(t-s)$  -- (several 12)

$d(0)$ ,  $d(1)$ , ...,  $d(s)$  are the coefficients of a prediction function. Not a linear function but the nonlinear function by

a multilayer type neural network can also be used as a prediction function.

[0037]In the estimating part 502, the parameter which the prediction function determined by the model deciding part 501 has is presumed. In the case of several 6, several 8, several 11, and several 12 linear function, the parameter said here is a coefficient of right-hand side each item, and, in the case of the multilayer type neural network of drawing 6, it is a coupling coefficient between calculating units. In predicting the value of the time  $t$  of a trend component, it calculates the estimate of a parameter using the occurrence of the economic time series  $\{y\}$  of the origin obtained by time  $(t-1)$ . The occurrence time series of length  $L$  in front of the time  $t$ , i.e., the occurrence time series from time  $(t-L)$  to time  $(t-1)$ , shall be used for parameter estimation among the occurrences of the original economic time series  $\{y\}$ . The user sets up this length  $L$  beforehand. The concrete presuming method changes with predictive models, and some presuming methods exist depending on a predictive model. In the case of a linear function like several 6, several 8, several 11, and several 12, the least square method is typical. It asks for the parameter which makes the sum of squares of a prediction error the minimum in the least square method.  $\{TT\}$  shown in several 8 to  $TT^*(t)$  A prediction error is expressed with several 13 when the model to predict is taken for an example.

[0038]

[Equation 13]

$$\text{err}(i) = TT(i) - TT^*(i) = TT(i) - \{b(0) + b(1) \text{ and } TT(i-w-1) + \dots + b(q) \text{ and } TT(i-w-q)\} \quad \text{--- (several 13)}$$

Here,  $\text{err}(i)$  is a prediction error of the time  $i$ . As for the sum of squares of a prediction error, ERROR is expressed with several 14.

[0039]

[Equation 14]

$$\text{ERROR} = \sum_{i=t_0+w+q}^{t-w-1} \text{err}(i) \quad \dots \text{ (数 14)}$$

[0040]However, it is considered as  $t_0 = t - L$ .

[0041] $t$ ,  $w$ ,  $q$ , and the time relation of  $t_0$  are shown in drawing 8. The occurrence of a moving average  $\{TT\}$  has shown that the solid line has shown in drawing 8 with the occurrence of the original time series  $\{y\}$ , and the dashed line. And it asks for  $b(0)$  which makes several 14 ERROR the minimum,  $b(1)$ , ...,  $b(q)$ .

[0042]As a multilayer type neural network's method of presuming, the error back propagation method is known well. When using an error back propagation method, a neural network's coupling coefficient 604 is too calculated with the steepest descent method by making several 14 ERROR into an objective function.

[0043]Thus, a prediction function is obtained by applying the obtained estimate to each parameter.

[0044]In the forecasting part 503, the occurrence of a time series is applied to the prediction function obtained by the estimating part, and predicted value  $T0$  of trend component  $^*(t)$  is calculated.

[0045]Within a trend prediction means, the above model determination, presumption, and three processings of prediction are performed according to the following procedures.

[0046][Processing of a trend prediction means]

Step 1: model determination step 2 : from step 4: time  $t-L$  which sets up the step 3: prediction start time  $t$  which sets up length  $L$  of a time series used for parameter estimation to  $t-1$ . as step 6:  $t < t+1$  which calculates step 5: predicted value  $T0^*(t)$  which performs parameter estimation using the time series of an occurrence, it returns to Step 4 -- in this way, The time series  $\{T0^*(t), T0^*(t+1), T0^*(t+2), \dots\}$  of a predicted value is acquired by continuing processing of presumption (Step 4) and prediction (Step 5) with the time  $t, t+1, t+2$ , and ...

[0047]In a monitor means, change of the size of change of a time series is detected by considering the original economic time series  $\{y\}$ , the time series  $\{T0\}$  of the occurrence of a trend component, and the time series  $\{T0^*\}$  of the predicted value of a trend component as an input. The following are used for the index which shows the state of a trading market.

[0048](1) The variation of the occurrence of a trend. (2) The variation (1) of the difference of the occurrence of the variation (3) trend of the predicted value of a trend, the occurrence of the variation (4) trend of the difference of a predicted value, the predicted value of the variation (5) trend of the difference of the occurrence of the original time series, and the occurrence of the original time series the abnormalities of the variation  $\Delta T0$  of the occurrence of a trend component  $(t)$ . It is considered that change of a time series is unusual.  $\Delta T0(t)$  is expressed with several 15.

[0049]



[Equation 15]

$$\Delta T_0(t) = T_0(t) - T_0(t-1) \quad \text{--- (several 15)}$$

Here,  $T_0(t)$  and  $T_0(t-1)$  are the occurrences of the time  $t$  and the trend component in  $(t-1)$ , respectively. And when  $\Delta T_0(t)$  fulfills the abnormality conditions set up beforehand, as for a monitor means, a signal is sent to a communication means.

[0050](2) considers that the abnormalities of variation  $\Delta T_0^*(t)$  of the predicted value of a trend component is [ change of a time series ] unusual.  $\Delta T_0^*(t)$  is expressed with several 16.

[0051]

[Equation 16]

$$\Delta T_0^*(t) = T_0^*(t) - T_0^*(t-1) \quad \text{--- (several 16)}$$

Here,  $T_0^*(t)$  and  $T_0^*(t-1)$  are the predicted values of the time  $t$  and the trend component in  $t-1$ , respectively. And  $\Delta T_0^*(t)$  When the abnormality conditions set up beforehand are fulfilled, a monitor means sends a signal to a communication means.

[0052](3) considers that the abnormalities of the variation  $\Delta E_0$  of the difference of the occurrence of a trend component and a predicted value  $(t)$  is [ change of a time series ] unusual.  $\Delta E_0(t)$  is expressed with several 17.

[0053]

[Equation 17]

$$\Delta E_0(t) = E_0(t) - E = [0(t-1)] \{T_0^*(t) - T_0(t)\} - \{T_0^*(t-1) - T_0(t-1)\} \quad \text{--- (several 17)}$$

Here,  $T_0(t)$  and  $T_0(t-1)$  are the predicted values of a trend component [ in / in the time  $t$ , the occurrence of the trend component in  $(t-1)$ ,  $T_0^*(t)$ , and respectively  $T_0^*(t-1)$  / the time  $t$  and  $(t-1)$  ], respectively. And when  $\Delta E_0(t)$  fulfills the abnormality conditions set up beforehand, as for a monitor means, a signal is sent to a communication means.

[0054](4) considers that the abnormalities of the variation  $\Delta D_0$  of the occurrence of a trend component and the difference of the original economic time series  $(t)$  is [ change of a time series ] unusual.  $\Delta D_0(t)$  is expressed with several 18.

[0055]

[Equation 18]

$$\Delta D_0(t) = D_0(t) - D = [0(t-1)] \{T_0(t) - y(t)\} - \{T_0(t-1) - y(t-1)\} \quad \text{--- (several 18)}$$

Here, the occurrence of a trend component [ in / in  $T_0(t)$  and respectively  $T_0(t-1)$  / the time  $t$  and  $(t-1)$  ],  $y(t)$ , and  $y(t-1)$  are the occurrences of the time  $t$  and the economic time series of the origin in  $(t-1)$ , respectively. And when  $\Delta D_0(t)$  fulfills the abnormality conditions set up beforehand, as for a monitor means, a signal is sent to a communication means.

[0056](5) -- variation  $\Delta D_0^*$  of predicted value [ of a trend component ], and difference of original economic time series  $0(t)$  It is considered that abnormalities are the abnormalities of change of a time series.  $\Delta D_0^*(t)$  It is expressed with several 19.

[0057]

[Equation 19]

$$\Delta D_0^*(t) = D_0^*(t) - [D_0^*(t-1)] \{T_0^*(t) - y(t)\} - \{T_0^*(t-1) - y(t-1)\} \quad \text{--- (several 19)}$$

Here, the predicted value of a trend component [ in / in  $T_0^*(t)$  and respectively  $T_0^*(t-1)$  / the time  $t$  and  $(t-1)$  ],  $y(t)$ , and  $y(t-1)$  are the occurrences of the time  $t$  and the economic time series of the origin in  $(t-1)$ , respectively. And  $\Delta D_0^*(t)$  When the abnormality conditions set up beforehand are fulfilled, a monitor means sends a signal to a communication means.

[0058] Generally the above-mentioned variation of (1) to (5) will be expressed as  $\Delta(t)$ . . Are expressed with several 20 instead of the value only at the 1 time of variation  $\Delta(t)$ . weighted-mean [ of variation / in a certain period /  $\Delta(t)$  ]  $W$  -- considering it as the index which shows the size of the change of a time series by [  $\Delta(t)$  ] --  $W$  -- when [  $\Delta(t)$  ] fulfills the abnormality conditions set up beforehand, it may carry out as a signal is sent to a communication means.

[0059]

[Equation 20]

$$w[\Delta](t) = \sum_{i=0}^{u-1} w(i) \cdot \Delta(t-i) \quad \dots \text{ (数 20) }$$

[0060] Here, the dignity to which  $w(i)$  was set beforehand, and  $u$  are the length of time to take an average. It is made for  $w(i)$  to become small, so that dignity went back in the past (i.e., so that  $i$  becomes large). Or it is simply referred to as  $w(i)=1/u$  about all the  $i$ .

[0061] the variation of variation  $\Delta(t)$  -- namely [0062]

[Equation 21]

$\Delta(t) = \Delta(t) - \Delta(t-1)$  -- (several 21)

When it is considered as an index and  $\Delta(t)$  fulfills the abnormality conditions set up beforehand, a monitor means is very good for a communication means in the method of sending a signal.

[0063] There are some abnormality conditions, i.e., conditions which send a signal to a communication means from a monitor means. But for easy conditions, the index currently supervised exceeds or is less than the threshold set up beforehand. It continues exceeding a fixed time threshold with an index, or there are also conditions that it continues being less. Conditions can combine the conditions about the index of not only one but (1) to (5), and can also be carried out on condition of those logical products and logical sum. Several kinds of signals sent to a communication means are prepared from the monitor means, and the kind of signal can be chosen according to the situation of change of a trading market. For example, the importance according to the size of the value of each index is sent to a communication means from a monitor means.

[0064] The multilayer type neural network who considers the grade of the input and the change of the aspect of affairs of a trading market by the index showing the state of a trading market as an output may be used. This is shown in drawing 9. A neural network is learned using the past example so that it may become a value near [ it is a neural network's output value,  $V$  in drawing 9 is close to 1, when change of the aspect of affairs of a trading market is large, and / when that is not right ] 0.

[0065] In a communication means, it notifies having received the signal from the monitor means to a user. When importance is added to the signal, it can report by the method according to the importance. For example, when importance is large, even if it is in the midst of the user doing other work, only when importance is low, and there is an inquiry from a user, it is made to interrupt and report, and to report.

[0066]

[Effect of the Invention] According to this invention, the user can know change of the aspect of affairs of a trading market, and can use it for decision-making. When it goes into the aspect of affairs where high predictability is not expectable, about a time series forecasting, since the user can know it, he can avoid the situation of making an un-proper judgment using a prediction result with low accuracy.

---

[Translation done.]